Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. Juli 1881.** **Nr. 7.**

Inhalt: **Loew** und **Bokorny**, Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma. — **Brandt**, Färbung lebender einzelliger Organismen. — **Horst**, Befruchtung und Entwicklung von Hermella alveolata. — **Lubbock**, Beobachtungen über die Gewohnheiten der Ameisen. — **Drasch**, Ueber die Verbreitung der Nerven im Dünndarm. — **Rosenthal**, Altes und Neues über Atembewegungen (Schluss). — **Högyes**, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. — **Steiner**, Ueber die elektrischen Erscheinungen an der Netzhaut. — **Engelmann**, Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und tierischer Organismen.

Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma.

Von

Oscar Loew und Thomas Bokorny

in München.

Ein Referat über eine in Pflüger's Archiv XXV. Heft 3 und 4 von uns veröffentlichte Abhandlung, ergänzt durch Beschreibung weiterer Beobachtungen.

Nachdem vor einigen Jahren E. Pflüger zuerst mit Entschiedenheit betont hatte, dass ein chemischer Unterschied zwischen lebendem und totem Protoplasma bestehen müsse, ist im vorigen Jahre der eine von uns (Pflüger's Archiv XXII p. 503), von einer Hypothese über die Bildung des Albumins ausgehend, zum Schluss gekommen, dass die lebendige Bewegung des Protoplasmas[1]) wahrscheinlich auf die Spannkraft der durch außerordentliche Beweglichkeit ausgezeichneten Aldehydgruppe, der Tod aber auf deren Verschiebung im Eiweißmolekül zurückzuführen sei.

Da nun die Aldehydgruppe dadurch ausgezeichnet ist, dass sie

1) Unter Protoplasma verstehen wir das lebendige Eiweiß, welches tagmatisch angeordnet in Verbindung mit Mineralstoffen und Wasser den Träger der Lebensfunktionen darstellt.

selbst aus außerordentlich verdünnter alkalischer Silberlösung das Metall reducirt, so versuchten wir mittels dieses Reagens die Probe auf obige Hypothese zu machen.

Das Reagens wird am besten auf folgende Art hergestellt: Man bereitet sich a) eine Lösung von 1 % Silbernitrat; b) verdünnt eine Mischung von 13 Cc. Kalilauge von 1,333 spec. G. und 10 Cc. liq. Ammon. caust. von 0,964 spec. G. auf 100 Cc.; von beiden Flüssigkeiten vermischt man vor dem Gebrauch je 1 Cc. und verdünnt diese Mischung auf 1 Ltr. Die fertige Mischung vorrätig aufzubewahren, empfiehlt sich wegen allmählicher Silberabscheidung im Lichte nicht. Man kann auch die Kalilauge durch eine entsprechende Menge Kalkwasser ersetzen; bei Abwesenheit von Kali oder Kalk ist die Reaktion entschieden schwächer.

Als passendste Objekte für unsere Versuche erschienen uns Zellen, welche ohne weitere Präparation unter dem Mikroskop studirt werden konnten, welche ferner eine dünne, leicht permeable Membran und ein wenigstens teilweise farbloses möglichst wasserreiches Protoplasma, geeignet, Reagentien von großer Verdünnung leicht eindringen zu lassen, besaßen. Gewisse Fadenalgen unserer Süßwässer, besonders *Spirogyra*, schienen diesen Anforderungen am besten zu entsprechen. Bevor wir jedoch unser Reagens daran versuchten, war es absolut nöthig, uns zu vergewissern, ob nicht andere Stoffe mit reducirenden Eigenschaften vorhanden waren; und in der Tat fanden wir von solchen Körpern sowol Gerbstoff als Glycose vor.

Bezüglich des ersteren haben wir zu bemerken, dass er auf sehr verdünnte alkalische Silberlösung nicht mehr reducirend wirkt; so kann man Galläpfel-Gerbsäure mit einer alkalischen Silberlösung von 1 Tl. NO_3Ag auf 10000 Tl. aq. längere Zeit kochen, ohne dass Silberreduktion eintritt; nur bei bedeutend größerm Silbergehalt findet Reduktion statt. Uebrigens ist der Gehalt der Spirogyren an Gerbstoff ein so geringer, dass er bei der nachher zu beschreibenden Reaktion des Protoplasmas nicht in Betracht kommen kann.

Was nun Glycose betrifft, so ist ihre Menge ebenfalls in den Spirogyren äusserst gering, so dass hier dasselbe wie das vom Gerbstoff gesagte gelten kann. Gegen sehr verdünnte Silberlösung ist sie jedoch bedeutend empfindlicher als Gerbstoff, indem sie selbst mit einer alkalischen Silberlösung von 1 Tl. NO_3Ag auf 100000 Tl. aq. noch eine merkliche Bräunung zeigt. Diese Bräunung wird jedoch nicht durch ausgeschiedenes metallisches Silber verursacht, indem selbst bei tagelangem Stehen von etwas Glycose in 1 Ltr. Reagens keine Spur von abgesetzten Silberpartikelchen oder von Silberspiegel wahrgenommen werden kann, sondern höchst wahrscheinlich durch die Bildung von Silberoxydul, welches in ammoniakalischer Lösung eine braune Farbe zeigt (bei Abwesenheit des Silbers entsteht durch Alkali allein von derselben Verdünnung wie vorher diese Bräunung

nicht). Beträgt aber die Wassermenge das millionfache des Silbernitrats, so entsteht weder bei Kochen noch tagelangem Stehen desselben mit Glycose auch nur die leiseste Bräunung. Um jedoch noch besser vergleichbare Resultate zu erhalten, wurden mäßig dicke Schnitte von den an Glycose reichen Kirschen und Aepfeln in das Reagens gelegt, wobei wir nach 12 Stunden wohl eine gleichmäßige Gelb- bis Braunfärbung[1]) aber kein metallisches Silber in den Zellen wahrnahmen; bei der millionfachen Verdünnung des Silbernitrats war keine Spur von Reaktion sichtbar.

Dagegen zeigte selbst bei dieser Verdünnung das lebende Protoplasma der Spirogyren noch eine sehr kräftige Reaktion.

Nachdem nun durch die eben beschriebenen Versuche mit Evidenz dargetan ist, dass eine Metallausscheidung aus unserm Reagens nicht auf irgend einen in den Algen vorhandenen löslichen Stoff zurückgeführt werden kann, gehen wir zur genaueren Beschreibung der Reaktion über. Wir ließen mehrere Spirogyrenfäden einige Stunden in einem Liter Reagens bei Lichtabschluss liegen, worauf sie unter dem Mikroskop einen überraschenden Anblick darboten: Das Protoplasma der meisten Fäden war tiefschwarz von ausgeschiedenem Silber; nur einzelne Fäden oder Zellen waren ausgenommen, und diese zeigten entweder ganz farblosen oder schwach gelblich-braun gefärbten Zellsaft[2]) (Glycose-Reaktion). An den Querwänden und an den Chlorophyllbändern war die Reaktion am kräftigsten, wahrscheinlich wegen der dort intensiveren Lebenstätigkeit. Auffallend rasch und stark reagirte der Zellinhalt, wenn er sich zu einer Spore zusammengeballt hatte; schon nach sehr kurzer Zeit war diese tiefschwarz geworden, während andere Zellinhalte noch keine Spur von Reaktion erkennen ließen. Spirogyren, welche 5 Minuten in dem Reagens ver-

1) Diese Reaktion auf Glycose kann für mikrochemische Zwecke bestens empfohlen werden, wobei jedoch das Reagens in der erwähnten Verdünnung angewendet werden muss, da sonst Täuschungen wegen Einwirkung anderer Stoffe (Gerbstoff) möglich werden. Spirogyren, welche mikrochemisch mit der Trommer'schen Probe keinen Zucker erkennen lassen, reagiren (am besten tot) noch deutlich auf denselben mit der erwähnten Silberlösung.

2) Das Nichtreagiren einiger Zellen ist nach unserer Ansicht dahin zu erklären, dass das Protoplasma derselben schon abgestorben war oder wegen geschwächter Lebensfähigkeit bei Berührung mit dem Reagens rasch zu Grunde ging. Verfolgt man die erste Einwirkung des Reagens auf die Algenfäden unter dem Mikroskop, so bemerkt man, dass manche Fäden oder auch nur vereinzelte Zellen eines Fadens beim Anprall der Lösung sofort dem Tode verfallen, was in der gänzlichen Zerstörung der Plasma-Struktur sich manifestirt. Das Plasma der meisten Zellen jedoch erleidet zwar nach einigen Minuten auch eine Veränderung (Quellung der Chlorophyllbänder und geringe Ablösung des Plasmaschlauches), aber keine so erhebliche, dass es als tot angesprochen werden müsste. Mit der alkalischen Lösung von 1 Tl. Silbernitrat auf 1 Million Tl. aq. bleiben die Zellen lange Zeit ganz intakt.

weilt hatten, dann wieder 1 Tag in der Nährlösung lagen, gaben auch nachher noch eine schwache Silberreduktion; ein Beweis, dass bei diesen das Absterben nur sehr langsam vor sich geht.

Bei der zehnfachen Verdünnung des Reagens war das Resultat dem Vorigen ähnlich; ja die Zahl der reagirenden Zellen war womöglich noch eine größere (bei *Spirogyra condensata* Ktz.), wenn auch die Masse des abgeschiedenen Silbers eine geringere. Sogar bei einer Vermehrung des Wassergehalts auf 2 Millionen Teile war noch eine wenn auch schwache Wirkung sichtbar, und es ist dies ungefähr als die Grenze der Reaktion zu bezeichnen.

Wurden die Algen Einflüssen ausgesetzt, welche das Protoplasma töten, so blieb nachher, wie wir erwartet hatten, die Reaktion aus.

Zuerst versuchten wir die Tötung durch destillirtes Wasser. Während nach 30stündigem Liegen einzelne Fäden noch eine schwache Reaktion gaben, trat diese nicht mehr nach Verlauf von zwei Tagen auf: Die Chlorophyllkörper waren in Unordnung gerathen, das Protoplasma zeigte sich kontrahirt. Dass hier der Tod die Folge von Nährsalzentziehung war, scheint dadurch bewiesen zu werden, dass diese Erscheinungen durch Zusatz sowol von 0,1 pro mille Dikaliumphosphat als auch von ebensoviel Calciumcarbonat (als Bicarbonat in Lösung) verhindert werden konnten.

Algen, welche durch längeres Liegen in einer Glocke über koncentrirter Schwefelsäure völlig ausgetrocknet waren, reducirten aus unserm Reagens ebenfalls kein Silber mehr.

Von einigem Interesse war es, die Lebenszähigkeit des Algen-Protoplasmas bei Einwirkung höherer Temperatur zu beobachten, da schon früher von verschiedenen Forschern (M. Schultze und W. Kühne) Untersuchungen in dieser Richtung an anderm Protoplasma angestellt worden waren. Wir fanden nun, dass wol auf 40° erwärmte Fäden noch reagirten, nicht aber auf 50° erhitzte[1]), ein Resultat, welches mit dem von den genannten Autoren gefundenen im Wesentlichen übereinstimmt, indem auch diese eine Temperatur von etwa 48° als Lebensgrenze bestimmten. Ausnahmen bezüglich der Resistenzfähigkeit gegen höhere Temperaturen gibt es allerdings unter den Algen, Infusorien und Pilzen, wie ja auch rücksichtlich der Empfindlichkeit gegen Austrocknen viele niedrige Organismen ein abnormes Verhalten darbieten.

Die tötliche Wirkung des Aetherdunstes, welche Kühne bei den Myxomyceten beobachtete, bestätigte sich auch bei unsern Algen, indem letztere, eine Stunde dem Aetherdunst ausgesetzt, unfähig wurden, aus dem Reagens Silber abzuscheiden; nur eine schwache Gelbfärbung

---

1) Durch Kochen getötete Fäden reagiren nicht mehr selbst mit einer einprocentigen alkalischen Ag-Lösung, mit welcher aber ausgetrocknete wol noch eine Silberabscheidung geben.

im Inhalt war in manchen Fällen zu bemerken. Erwähnen müssen wir, dass unter dem Einfluss des Aetherdunstes das Protoplasma sich nicht unbedeutend kontrahirte und eine Spur Flüssigkeit aus den Zellen austrat.

Einen tötlichen Effekt hatte ferner schon ein kurzer Aufenthalt in einprocentiger Natronlösung; selbst bei zehnfacher Verdünnung der letzteren trat nach kurzer Zeit der Tod ein, wobei in manchen Zellen, hier wahrscheinlich in Folge des Gerbstoffgehalts derselben, eine gelbliche bis bräunliche Färbung auftrat.

Ferner verhinderte auch ein kurzer Aufenthalt der Algen in einprocentiger Lösung von Kupfervitriol oder Schwefelsäure das Eintreten der Reaktion.

Dagegen fanden wir, dass selbst ein zwölfstündiger Aufenthalt in einer Lösung von 0,2 % essigsauren Chinins oder von sehr geringen Mengen Veratrin nicht tötlich auf das Protoplasma der Spirogyren wirkt.

Da Aldehyde auch aus Gold- und Platinlösungen die Metalle abscheiden, so wurden sehr verdünnte alkalische Lösungen der Chloride auf die Algen angewendet; und in der Tat wurde auch hier eine Metallabscheidung beobachtet, wenn auch beträchtlich schwächer als bei der Silberlösung, ein Unterschied, welcher sich teilweise aus dem verschiedenen Sauerstoffgehalt der Oxyde erklärt. Während ferner bei der Silberreaktion der Metallniederschlag meist körnig erscheint, ist das ausgeschiedene Gold äusserst fein und gleichmäßig verteilt und färbt das Plasma blau[1]).

Alkalische verdünnte Lösungen von Wismut-, ferner von Kupfer- und Bleisalzen gaben, wie vorauszusehen, keine Spur von Reaktion; dagegen schwärzten sich Spirogyren und besonders Zygnemen im frischen sowol als im erwärmten Zustand ziemlich rasch mit einer 1 pro mille Lösung von freier Ueberosmiumsäure, eine Folge des nicht unbeträchtlichen Gehalts des Plasmas an äusserst fein (micellar?) verteiltem Fett (oder Lecithin), welchem dieses eine gewisse Resistenzfähigkeit zu verdanken scheint[2]).

Versuche mit mehreren andern Spirogyrenspecies, ferner mit *Zygnema cruciatum*, *Cladophora*, *Vaucheria* gaben ähnliche befriedigende Resultate mit dem Silberreagens wie die oben beschriebenen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass Algen, deren Protoplasma dicht mit

1) Bei Anwendung von Goldchlorid empfiehlt es sich, eine Lösung von 1 Goldchlorid zu 50000 aq. mit etwas Kalk- oder Barytwasser zu versetzen.

2) Algen mit einem Osmiumniederschlag im Innern schwärzen sich noch viel bedeutender nach längerem Verweilen in Silberlösung, was jedenfalls davon herrührt, dass ein Atom Osmium, um sich in alkalischer Lösung zu Osmiumoxyd oder Ueberosmiumsäure zu oxydiren, vier resp. acht Atome Silber abscheiden muss. Hievon ließe sich Gebrauch machen, wenn es sich darum handelt, eine schwache Osmiumreaktion besser sichtbar zu machen.

Chlorophyll erfüllt ist, natürlicher Weise ein weniger deutliches Bild gewähren als solche mit großenteils ungefärbtem Protoplasma, wie die Spirogyren. Eine merkwürdige, anfangs für uns geradezu verblüffende Ausnahme, machte eine andere Fadenalge, *Sphaeroplea annulina*, indem sie bei zahlreichen, vielfach abgeänderten, Versuchen keine Spur der gewünschten Reaktion gab. Die Vermutung, dass das Protoplasma dieser Alge sensibler sei als das der früher untersuchten, veranlasste uns, direkt unter dem Mikroskop die Wirkung des Reagens zu verfolgen. Ein Paar vollkommen normal aussehende Fäden wurden unter dem Mikroskop mit dem Reagens in Berührung gebracht, wobei momentan eine vollständige Zerstörung der so zierlichen Protoplasmastruktur sichtbar wurde: Die Chlorophyllringe lösten sich entweder alle auf einmal oder nach einander ruckweise von den Wänden los, verloren ihre scharfen Conturen, ließen Stärkekörner austreten und blieben entweder als einzelne rundliche Massen in der Nähe des vorher innegehabten Orts liegen oder rückten zu einem einzigen Klumpen zusammen. Den Gang der Verwüstung hier zu verfolgen, bietet unstreitig viel morphologisch-physiologisches Interesse, besonders wenn man unter dem Mikroskop den ebenso rasch eintretenden Tod gleichzeitig anwesender Infusorien dabei vergleichen kann. Nur wenig langsamer, aber im Princip ebenso wirkte schon ein Wasser mit einem Gehalt von nur 0,001 % NH_3 oder 0,0001 % $AgNO_3$, ebenso Wasser mit einem geringen Gehalt an Veratrin, ja schon destillirtes Wasser bewirkte unverhältnissmäßig rasch den Tod. Unter diesen Umständen war der negative Erfolg unsers Reagens einerseits nicht mehr überraschend, andrerseits aber lieferte er ein interessantes Beispiel für den großen graduellen Unterschied in der Sensibilität des Protoplasmas verschiedener sogar sehr nahe verwandter Organismen. Worauf die oft außerordentliche Sensibilität eines Protoplasmas zurückzuführen ist, wird wol häufig schwierig zu ermitteln sein; erwähnen wollen wir aber, dass die *Sphäroplea* außer durch sehr zarte Membran und dünnen Plasmaschlauch sich noch durch einen viel geringeren Fettgehalt des Plasmas von den übrigen untersuchten Algen unterscheidet.

Einen Beleg für den Zusammenhang zwischen Fettgehalt und Sensibilität des Plasmas können wir mit folgenden an *Spirogyra condensata* Ktz. gemachten Beobachtungen liefern: das Protoplasma der zur Conjugation neben einander gelagerten, bereits durch Fortsätze in gegenseitige Berührung getretenen Zellen scheidet kein Silber ab[1]),

1) Es mag vielleicht nicht überflüssig sein, hier kurz zu bemerken, dass zwei sich konjugirende Fäden nicht vollständig unter sich gleich sind, sondern solche morphologische Verschiedenheiten aufweisen, dass man fast versucht sein möchte, den einen Faden als weiblich, den andern als männlich anzusprechen. Der sogenannte weibliche Faden, der gewöhnlich die aus der Konjugation her-

sondern zeigt nur die bereits oben beschriebene Zuckerreaktion, ein Zeichen dafür, dass der Zellinhalt dieser *Spirogyra*, wenn er in dieses Stadium eintritt, eine innere Veränderung erleidet, welche denselben weniger widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse, in unserm Falle gegen Silberlösung macht. Doch scheint diese Schwächung der Resistenzfähigkeit des Plasmas erst dann sich geltend zu machen, wenn die von den Zellen getriebenen Fortsätze mit einander in Contact treten; denn Zellen, die solche Fortsätze treiben, ohne dass ihnen von der Seite des gegenüberliegenden Zellfadens ebensolche entgegenwüchsen (weil sie gleichsam überzählig[1]) sind), geben in allen Fällen eine starke Silberabscheidung, so dass man fast in jedem sich conjugirenden Faden mitten unter dem Gros der blos Zuckerreaktion zeigenden Zellen vereinzelte dicht mit schwarzem Silber angefüllte Zellen bemerkt; bei genauer Betrachtung erweisen sich diese immer als jene überzähligen. Das Ausbleiben der Silberabscheidung bei den im Conjugationsakt befindlichen Zellen ist um so auffallender als die in der Vorbereitung hiezu begriffenen, durch Aufschwellen bereits gekennzeichneten Zellen immer sehr stark reagiren. Ist aber das Stadium der Conjugation vorüber und haben sich die Zellinhalte vereinigt, so scheint auch die frühere Resistenz gegen äußere Einflüsse bald wiederzukehren, indem fast alle derartigen Sporen bedeutende Silberreduktion geben.

Wir erklären uns diese merkwürdige Erscheinung folgendermaßen: Durch gegenseitige Berührung der beiden sich anziehenden Plasmata zweier Fäden wird die innere molekulare Bewegung auf's heftigste gesteigert; die Folge davon ist ein vermehrter Verbrauch an Stoff, besonders an Fett. Dieser Fettverbrauch lässt sich in der Tat mit Ueberosmiumsäure[2]) nachweisen: die nicht in Conjugation tretenden Zellen zeigen mäßige aber deutliche, die zur Conjugation sich anschickenden sehr starke Fettreaktion; die zum Zweck der Conjugation bereits mit andern in Berührung getretenen Zellen geben keine Spur von Osmiumabscheidung, während die fertige aus der Conjugation hervorgegangene Spore sich wiederum stark mit Ueberosmium-

---

vorgehenden Sporen in sich aufnimmt, zeichnet sich durch stark angeschwollene Zellen aus, deren Kopulationsfortsätze sich nicht scharf abheben, während die Zellen des sogenannten männlichen Fadens wenig oder gar nicht angeschwollen und mit scharf abgesetzten Kopulationsschläuchen versehen sind. Auch bei der Reaktion zeigen beide Fäden einige Verschiedenheiten insofern, als die Zellen des männlichen Fadens manchmal schwache Silberabscheidung und gewöhnlich keine Zuckerreaktion wahrnehmen lassen, während die weiblichen Zellen in allen Fällen keine Spur von Silberreduktion, aber starke Zuckerreaktion aufweisen.

1) In Folge der Verschiedenheit von Größe und Zahl der Zellen in den sich konjugirenden Fäden.

2) Wir ließen bei diesen Versuchen die Fäden 8—10 Stunden in 0,5procentiger Ueberosmiumsäure liegen.

Dept. of Zoology &
Applied Entomology
Imperial College of Science

säure schwärzt. Auch keimende Sporen geben in einem gewissen Stadium keine Osmiumreaktion.

Kommt es bei zur Conjugation sich anschickenden Zellen nicht zu einem wirklichen Contact mit andern, wie das bei den oben erwähnten überzähligen der Fall ist, so verschwindet auch das Fett nicht aus denselben. Da also hier ein vollständiger Parallelismus zwischen Osmium- und Silberreaktion statt hat, so lässt sich wohl behaupten, dass äusserst fein eingelagertes Fett die Resistenzfähigkeit des Plasmas erhöht. Merkwürdig ist, dass mit dem Verschwinden von Fett ein Auftreten von Zucker in den Conjugationszellen verbunden ist. Ob letzterer nun aus dem Fett oder (wahrscheinlicher) dem Pflanzenschleim der Zellen entsteht, lässt sich nicht ohne Weiteres mit Sicherheit entscheiden.

Diatomeen scheinen wegen ihres Kieselsäurepanzers dem Eindringen des Reagens ein Hinderniss zu bieten; nur äusserst selten konnten wir Silberpartikelchen in ihrem Inhalt bemerken.

Versuche mit Schimmelsporen, Sprosshefe und Spaltpilzen fielen ungünstig aus[1]); dagegen lieferten Schimmelfäden in einigen Fällen deutliche Reaktion.

Pflanzenhaare mit lebendem Protoplasma gaben ganz ähnliche Resultate wie die Fadenalgen. Zum Versuch dienten Blattstielhaare von *Alsophila australis* R.Br., Brennhaare von *Urtica*, Stachelhaare und Drüsenhaare von *Symphytum*, Fruchtknotenhaare von *Paeonia*, Staubfadenhaare von *Tradescantia*, Kelchhaare von *Ajuga reptans* und *Geum rivale*, Blatthaare von *Ulmus scabra* Mill., Brakteenhaare von *Alopecurus fulvus* Smith, Haare von den Perigonblättern von *Iris Kochii* Kern, endlich Narbenpapillen von *Tulipa*. Haare, aus denen der Plasmaschlauch bereits verschwunden ist, geben natürlicherweise keine Reaktion. Auch scheint die Reaktionsfähigkeit mit gewissen Alterszuständen in Zusammenhang zu stehen; denn Haare von Iris gaben später gesammelt fast keine Reaktion mehr; auch zeigt sich bei Blättern, an denen junge und vollständig ausgewachsene Haare zusammen vorkommen, die Reaktion immer an den ersteren am intensivsten.

Um auch Beispiele für das Verhalten des Protoplasmas hochentwickelter Pflanzengewebe gegen unser Reagens zu haben, wurden Keimlinge von *Helianthus annuus* L. in einem Liter Reagens 12 Stunden liegen gelassen, wobei die Keimwurzel bis zum hypocotylen Stengelglied, namentlich aber an der Spitze eine starke Schwärzung erfuhr. Negativ war das Resultat bei Keimlingen von Mais und

---

1) Von den Spaltpilzen versuchten wir unter andern auch *Bacillus subtilis* C., welcher auf einer aus Fleischextrakt und Zucker bestehenden Nährlösung gezogen war. Auch die schleimigen Algen *Nostoc* und *Batrachospermum* verhielten sich negativ gegen das Reagens.

Erbsen. Es möchte sehr zeitraubend sein, in jedem Falle die Gründe des Misslingens, welche sehr mannigfaltiger Natur sein können, festzustellen[1]). Dass auch ruhendes Protoplasma reaktionsfähig sei, zeigte uns ein Versuch mit ungekeimten Samen von *Helianthus annuus*.

Als Beispiele von dikotylen Stengeln benützten wir junge eben Blüten zur Entwicklung bringende Zweige von *Salix Caprea* L. und *Cornus mascula* L., ferner Zweige von *Syringa vulg.* L. mit eben austreibenden Blattknospen und erhielten auch hier ein positives Resultat; ebenso verhielten sich Blätter von *Vallisneria spiralis*, Epidermiszellen von Brakteen von *Alopecurus fulvus* Smith und Chaerophyllumblättern.

Pollenkörner von *Ranunculus* und *Tulipa*, ferner Sporen von Gold- und Silberfarn (Gymnogramme) reagirten zum Teil recht gut, während eine andere Anzahl derselben sich negativ verhielt.

Was tierisches Protoplasma betrifft, so erschien die größere Sensibilität und in Folge deren das rasche Absterben desselben von vornherein als ein Hinderniss der Reaktion. Kühne hat gezeigt, wie außerordentlich sensitiv schon die niedersten tierischen Organismen sind: Während Amöben fast momentan durch eine wässerige (wegen der geringen Löslichkeit stets sehr verdünnte) Lösung von Veratrin getötet werden, können Tradescantia-Haare viele Stunden darin ohne Schaden existiren. Wir versuchten zwar verschiedene Gewebe von Maus und Frosch, doch mit negativem Resultat[2]). Mit Infusorien wurden allerdings, aber nur in wenigen Fällen günstigere Resultate erzielt.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich somit, dass das lebende Protoplasma die Fähigkeit besitzt, die edlen Metalle aus selbst sehr verdünnten Lösungen zu reduziren und dass diese Fähigkeit mit dem Eintritt des Todes verloren geht. Man darf wohl daraus den Schluss ziehen, dass die mysteriöse mit dem Namen Leben bezeichnete Erscheinung wesentlich durch jene reducirenden Atomgruppen bedingt wird. Wir erklären dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft entsprechend jene „Gruppen in Bewegung“ im lebendigen Protoplasma als Aldehydgruppen, den Tod aber als Folge der Molekularverschiebung dieser in allen chemischen Beziehungen ganz ausgezeichneten

1) Bei einem Versuch mit Pistiapflänzchen bräunte sich die Wurzelhaube. Da, wie wir fanden, ammoniakalische Silberlösung auf verholzte Membranen bräunend wirkt, so bieten die Zellmembranen jener Wurzelhaube, in denen hier der Grund der Färbung liegt, vielleicht einen ähnlichen Zustand dar. Bei der zehnfachen Verdünnung des Reagens bräunt sich jene Wurzelhaube nicht mehr.

2) Es mag hier am Platze sein, auf eine Beobachtung von Recklinghausen hinzuweisen, welcher fand, dass, um gute Silberpräparate von tierischen Geweben zu erhalten, nur möglichst frische Leichen genommen werden dürfen. Sollte hier eine Reaktion mit dem noch nicht völlig abgestorbenen Protoplasma im Spiele sein? (Lichtabschluss vorausgesetzt).

Gruppe[1]). Somit dürfte die von einem von uns aufgestellte Hypothese über die Bildung des Albumins eine weitere wesentliche Stütze gefunden haben, da sie die Anwesenheit von Aldehydgruppen im lebenden Protoplasma voraussehen ließ.

Pflanzenphysiologisches Institut zu München; Juni 1881.

Färbung lebender einzelliger Organismen.

Bei Anwendung von Farbstoffen auf lebende Protozoen kann man drei ganz verschiedene Zwecke verfolgen. Erstens kann es darauf ankommen, die Art und Weise zu ermitteln, wie geformte Nahrung in und durch den Körper eines einfachsten Organismus gelangt. Zweitens lassen sich durch Anwendung von Tinctionsmitteln die Bahnen verfolgen, welche Flüssigkeiten in einem Protozoenkörper nehmen, und die Veränderungen feststellen, welche sie auf diesem Wege erleiden. Und endlich drittens ist man im Stande, gewisse Bestandteile des Körpers lebender und am Leben bleibender Protozoen zu färben und dadurch die Verbreitung bestimmter chemischer Substanzen zu ermitteln. Den verschiedenen Zwecken entsprechend sind natürlich auch die Mittel verschieden. Im ersten Falle verwendet man feste, in Wasser nicht lösliche Farbstoffe, im zweiten und dritten dagegen wässrige Farbstofflösungen.

Das erste Verfahren ist von Ehrenberg eingeführt und besteht darin, dass man fein gepulvertes Karmin oder Indigo in die Flüssigkeit bringt, in welcher die zu untersuchenden Organismen sich befinden. Man kann dann feststellen, an welcher Stelle die Körnchen aufgenommen, in welcher Weise sie durch den Organismus geführt und wo sie schließlich ausgestoßen werden. Die Farbstoffkörner selbst bleiben dabei ganz unverändert und lassen den Körper, den sie passiren, vollkommen ungefärbt. Max Schultze hat mit Hilfe dieses Verfahrens bei Rhizopoden seine epochemachenden Untersuchungen über die Bewegungserscheinungen im Protoplasma und über Körnchenströmung erheblich vervollständigt.

In den beiden andern Fällen hat man solche Farbstoffe zu verwenden, die in Wasser löslich sind und Teile des Organismus zu färben vermögen, ohne diesen selbst zu töten. Solche Tinctionsmittel

---

1) Ein scheinbarer Widerspruch liegt darin, dass das lebende Protoplasma grüner Pflanzenteile Sauerstoff ausscheidet, während doch Aldehydgruppen die größte Verwandtschaft zu Sauerstoff besitzen. Diese Erscheinung zwingt uns, hier eine ähnliche Fernewirkung des schwingenden Protoplasma's anzunehmen, wie sie zuerst Naegeli für die Gärtätigkeit niederer Pilze zu postuliren sich veranlasst sah.

sind nach meinen Erfahrungen[1]) das Hämatoxylin und das Bismarckbraun.

Bei Amöben und Heliozoen werden schon nach kurzer Einwirkung verdünnter wässriger Hämatoxylinlösung[2]) die Kerne blassviolett gefärbt. Die Färbung tritt natürlich noch deutlicher hervor, wenn man die gefärbte Flüssigkeit bald durch ungefärbte ersetzt. Ueberhaupt ist es vorteilhaft, die Hämatoxylinlösung nicht zu lange einwirken zu lassen (Amöben, die sich noch am zähesten erwiesen, hielten höchstens eine Stunde darin aus), da sonst der Tod des Tiers erfolgt. Lässt man gleich nach erfolgter Färbung reines Wasser durchströmen, so gelingt es auch, die Organismen am Leben zu erhalten und an den noch stundenlang gefärbten Teilen die Verbreitung der eigentümlichen Kernsubstanz, des Nucleins, zu studiren. Mit Hilfe dieses Verfahrens konnte Verf. nachweisen, dass bei Amöben (z. B. *A. proteus, radiosa* etc.) das Nuclein nicht auf die Kerne beschränkt sei, sondern meist auch noch in Form von größeren und kleineren Körnern vorkomme. Im Endosarc alter Exemplare von *Amoeba proteus* Leidy (= *A. princeps* Ehrbg) kommen zahlreiche große runde Körner vor, deren Durchmesser zwischen 1,5—3 μ. schwankt. Sie haben im lebenden Tiere dasselbe Lichtbrechungsvermögen, wie die Kernkörper, und erweisen sich auch bei allen Behandlungsweisen als vollkommen übereinstimmend mit diesen. Sie sind nämlich löslich in Ammoniak und in Sodalösung (1 %), werden durch Alkohol coagulirt und sind dann unlöslich in den genannten Lösungsmitteln, und lassen sich endlich durch Hämatoxylin leicht und stark färben (im lebenden Tier genau in derselben Weise wie die Kernkörper). Da sie selbst in alten Exemplaren noch sehr viel zahlreicher als die Kerne sind, und diese außer dem Kernsaft nur kleine Kernkörper enthalten, so ist bei diesen Organismen die Menge des extranucleären Nucleins eine sehr viel größere als die des intranucleären. Junge Exemplare besitzen überhaupt gar keine „Kerne", sondern nur große compacte Nucleinkugeln.

Die gewöhnlich als Kerne bezeichneten Gebilde (10 μ. Dm.) dieser Amöbe sind in jeder Hinsicht so merkwürdig, dass Verf. eher die compacten Nucleinkugeln als Kerne ansehen möchte und die sogen. Kerne als Fortpflanzungskörper, — eine Annahme, die mit den bisherigen Untersuchungen über Fortpflanzung von Amöben und Monothalamien durch Greeff, Buck u. A. durchaus in Einklang steht. Das Eigentümlichste an diesen „Kernen" ist, dass ihre derbe Membran aus *Cellulose* zu bestehen scheint. Wenn man eine *Amoeba proteus* längere Zeit mit Kochsalzlösung (10 %) und Sodalösung (1 %) behan-

1) Verhandl. d. physiol. Ges. Berlin 1878 p. 35.

2) Wie bei allen derartigen Versuchen an lebenden Organismen, muss bei Herstellung der Farbstofflösungen wenn irgend möglich zur Auflösung stets diejenige Flüssigkeit benützt werden, in welcher der betreffende Organismus lebt.

delt, damit alles Eiweiß und Nuclein entfernt wird, so bemerkt man an Stelle der Kerne leere Bläschen, deren Hülle sich in Kupferoxydammoniak auflöst. Bringt man umgekehrt ein lebendes Tier einen Tag in absoluten Alkohol, um Eiweiß und Nuclein zu coaguliren, und behandelt es dann mit Kupferoxydammoniak, so bemerkt man bei Tinction mit Hämatoxylin einen membranlosen violetten Klumpen von nahezu 10 μ. Dm. an Stelle des Kerns.

Bei der Einwirkung von Hämatoxylin auf lebende Amöben kann man noch wahrnehmen, dass der wässrige Inhalt der pulsirenden Vacuole zuerst farblos bleibt, bei stärkerer Hämatoxylinwirkung gelblich wird und schließlich kurz vor dem Absterben des Tiers sich bräunt. Die Erklärung dieser Erscheinung ist sehr einfach. Die gefärbte Flüssigkeit wird wie sonst das reine Wasser an der ganzen Körperoberfläche aufgenommen, nimmt ihren Weg durch das Protoplasma des Körpers, ohne dasselbe im geringsten zu färben, und langt endlich in der pulsirenden Blase an. Da hier — wie namentlich Rossbach[1]) durch sehr eingehende Untersuchungen gezeigt hat — auch die Produkte des Oxydationsvorgangs sich ansammeln, um nach außen entleert zu werden, so wird der Inhalt gelb bis braun. Die Bräunung zeigt deutlich, dass Säure in der Vacuole vorhanden sei, denn nur durch Säuren wird, wie man sich leicht überzeugen kann, die violette Hämatoxylinlösung in eine braune verwandelt. (Alkalien rufen violette flockige Niederschläge hervor, neutrale Flüssigkeiten lassen die Hämatoxylinlösung ganz unverändert). Solange nur wenig durch Hämatoxylin gefärbtes Wasser der Vacuole zuströmt, ist die Gelbfärbung kaum merklich, sowie aber mehr Hämatoxylin in den Körper eingedrungen ist, tritt sie ganz deutlich hervor. Wenn soviel Hämatoxylin im Körper ist, dass die Vacuole braun wird, widersteht das Protoplasma nicht länger der Einwirkung und stirbt ab. Dieses einfache und leicht anzustellende Experiment beweist also mit voller Bestimmtheit, dass die pulsirende Vacuole ein Excretionsorgan sei und Säure enthalte.

Als einen anderen zur Färbung gewisser Teile lebender Organismen geeigneten Farbstoff empfahl Verf. (l. c.) das Bismarckbraun. Auf tote Zellen wirkt diese Anilinfarbe ähnlich dem Hämatoxylin, d. h. kernfärbend, während sie in lebenden ganz andere Substanzen färbt als dieses. Protoplasma und Kerne bleiben ganz unverändert und nur die Fettkörner und eine den Protozoen eigentümliche Cellulose-artige Schleimsubstanz werden lebhaft braun gefärbt. Die Versuche wurden mit Lösungen von 1:3000 oder 1:5000 angestellt, und zwar vorzugsweise an Heliozoen, Amöben und Flagellaten. Auch

1) Rossbach, Die rhythm. Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikal. Agentien und Arzneimittel. Verhandl. d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F., II. Bd., S. 179—242. 1872.

nach mehrstündiger Behandlung und intensiver Bräunung namentlich der stark fetthaltigen inneren Teile sind die Tiere noch ganz lebensfähig und können durch Uebersetzen in reines Wasser dauernd am Leben erhalten werden. Die gebräunten Fettkörner behalten noch sehr lange die aufgenommene Farbe.

Dadurch dass man erst eine Stunde lang Bismarckbraun und dann sehr viel kürzere Zeit auch noch Hämatoxylinlösung auf ein Tier einwirken lässt, kann man eine Doppelfärbung erzielen. Die Kerne und die Nucleinkörner sind alsdann blassviolett, die Fettkörner braun, das Protoplasma aber ist ganz ungefärbt. Eine solche Doppelfärbung ist zu empfehlen, wenn man feststellen will, welche von den Körnern aus Nuclein und welche aus Fett bestehen.

Solange die Tiere am Leben sind, ist bei beiden Tinctionsmitteln die Färbung ganz distinct, sobald aber in Folge zu starker Einwirkung eines dieser Farbstoffe der Tod eintritt, werden die Kerne sehr intensiv gefärbt und selbst das Protoplasma wird, wenngleich viel schwächer, imbibirt.

In der neuesten Zeit hat Certes[1]) angegeben, dass zur Färbung der Fettkörner in Infusorien und in histologischen Elementen *Cyanine* oder *Bleu de Quinoléine* geeignet sei. Im wesentlichen ist die Wirkung dieselbe wie beim Bismarckbraun, d. h. Protoplasma, Wimpern, Cuticula und Kerne bleiben ungefärbt, während die Fettkörner gefärbt werden. Er verwendete Lösungen von 1 : 100,000 oder 1 : 500,000. In einer Anmerkung gibt der Verfasser noch an (Zool. Anz. 1881 p. 211), dass er auch mit Bismarckbraun lebende Infusorien färbe. Hierdurch werden also meine früher mitgeteilten Untersuchungen bezüglich der Färbung des Fetts in lebenden Zellen durch Anilinfarben bestätigt.

K. Brandt (Berlin).

R. Horst, Over bevruchting en ontwikkeling van Hermella alveolata M. Edw.

Versl. en Mededeel. Kon Akad. van Wetensch. Afd. Natuurkunde, 2e reeks, deel XVI, 1881; pag. 1—8. M. 1 Tafel.

Die lückenhafte Kenntniss der ersten Entwicklungsstadien der *polychaeten Anneliden* gab Verf. Veranlassung, die Embryologie dieser Würmer näher zu studiren. Während eines Aufenthalts an der französischen Küste hatte er Gelegenheit, eine genügende Menge von *Hermella alveolata* M. Edw. zu erhalten und so die alten Untersuchungen von Quatrefages zu controliren. Das genannte Object bietet für

1) Comptes rend. Ac. sc. Paris, T. 92. Nr. 8. und Zool. Anz. 1881 Nr. 81 und N. 84.

die Untersuchung manche Vorteile; erstens sind die Tiere während des ganzen Sommers geschlechtsreif, und zweitens braucht man sie nur leise zu erschüttern, damit sie eine reichliche Menge von Sperma, resp. Eiern ausspritzen. Auf diese Weise ist also eine künstliche Befruchtung stets möglich. Die Ergebnisse der Untersuchung sind folgende:

Die Eier, 0,08 mm. im Durchmesser, haben ein großes Keimbläschen und einen deutlichen Keimfleck. Sobald sie mit Spermatozoiden in Berührung gekommen sind, zieht sich der Dotter von der Eiwand zurück; gleichzeitig concentriren sich die „Deutoplasmakörnchen" und es entsteht so ein heller Saum (*„couche enveloppante"* von Fol.) Verf. meint, dass auch hier, wie Calberla für *Petromyzon* gezeigt hat, Wasser durch die Dotterhaut dringt. Ebenso sieht man an den *Hermella*-Eiern, dass vom Dotter (der „Haut") nach der Eiwand Strahlen ausgehen, welche nach Verf. ohne Zweifel mit der Befruchtung in Zusammenhang stehen. Bekanntlich fand Selenka diese Strahlen bei *Toxopneustes*-Eiern, sie traten da aber lange vor der Befruchtung auf. Kleine Ausläufer vom Dotter treten den Spermatozoiden entgegen, und nachdem eines derselben eingedrungen ist, verschmilzt es nach 20 Minuten mit dem Eie, und der Dotterausläufer zieht sich zurück. Verfasser glaubt, dass mehrere Spermatozoiden in das Ei eindringen.

Nach einer Stunde plattet sich das Ei ab; es sammelt sich eine kleine Menge heller Flüssigkeit, und bald tritt das erste Richtungsbläschen aus, eine Viertelstunde später das zweite. Jetzt beginnt die Furchung. Die Meinung von Stossich: „le vesichette direttrici non servono ad altro che a determinare il punto di partenza e la direzione della prima insolcatura" scheint nach Verf. ganz richtig zu sein: die erste Furchungsebene geht durch die Stelle, wo der Richtungskörper ausgetreten ist.

Die Furchung geht nicht so unregelmäßig vor wie Quatrefages meint, zeigt aber große Uebereinstimmung mit Verhältnissen, welche Flemming bei *Najaden*, und Th. Barrois bei *Mytilus* fanden. Das Ei teilt sich zunächst in zwei, (bisweilen auch in drei) ungleich große Teile.

Sind nur zwei Furchungskugeln entstanden, so spaltet sich der größte wieder in zwei ungleich große Teile. Hiernach teilt sich die ursprünglich kleinste Kugel, und es entsteht auf diese Weise eine vierteilige Figur, und zwar eine Kugel, die zum Teil von den drei kleineren bedeckt wird. Nach wiederholter Teilung der vier Kugeln tritt mehr und mehr eine Differenzirung ein: der vegetative Teil wird allmählich vom animalen überwachsen, um schliesslich eine *Amphiblastula* zu bilden.

Zwölf Stunden nach der Befruchtung ist nun eine mesotroche Larve entstanden, welche außer dem Gürtel von Cilien in der Mitte noch ein Bündel von langen Geißeln am Kopfpole trägt. Die bis jetzt cylindrische Larve ändert allmählich ihre Form. Die obere Partie rundet

sich mehr und mehr ab; eine Körperhöhle entsteht und man bemerkt schon die ersten Spuren vom Darm.

Auf eine Beschreibung der 12 Tage alten Larve muss ich beim Mangel an Abbildungen verzichten. Ich verweise dafür auf die Original-Arbeit.

Leider standen Verf. keine ältere Stadien zur Verfügung. Jedoch meint er, dass die soweit bekannte Entwicklung von *Hermella* schon verhältnissmäßig bedeutende Abweichungen von andern Röhrenwürmern darbietet; nur die von Willemoes-Suhm beschriebene Larve von *Terebellides Stroemii* scheint einige Uebereinstimmung zu zeigen.

G. C. J. Vosmaer (Haag, Holland).

Sir John Lubbock, Observations on the Habits of Ants.

Nature, Vol. 24 Nr. 607, p. 142. 143.

Bereits vor einigen Jahren hatte der Verf. eine Reihe von Versuchen angestellt[1]), um zu ermitteln, ob die Ameisen die Fähigkeit besitzen, Farben zu unterscheiden. Er hatte dazu die Gewohnheit dieser Insekten benutzt, ihre Jungen sofort ins Dunkle zu schleppen, sobald ein Teil ihres Nestes bloßgelegt wird. Durch Hunderte von Versuchen hatte er sich überzeugt, dass, wenn der größere Teil ihres Nestes dem Lichte ausgesetzt wird, während irgend welcher Teil desselben dunkler überdeckt bleibt, die Larven sicher unter die dunklere Decke gebracht werden. Durch Bedecken des bloßgelegten Nestes mit verschieden gefärbten Glasplatten hatte er sodann festgestellt, dass die verschiedenen Strahlen des Spektrums auf die Ameisen ganz anders wirken als auf uns, dass die Ameisen z. B. ganz besonders empfindlich gegen violette Strahlen sind.

Auf ähnliche Weise hat nun der Verf., mittelst schwefelsauren Chinins und Schwefelkohlenstoffs, welche Flüssigkeiten alle uns sichtbaren Strahlen durchlassen, die ultravioletten dagegen vollständig absorbiren, den Nachweis geliefert, dass die Ameisen die uns unsichtbaren ultravioletten Strahlen empfinden. So oft er z. B. flache, mit einer der beiden genannten Flüssigkeiten gefüllte Glasgefäße über einen Teil, dagegen dunkelviolett gefärbte Glasstücke über den andern Teil des bloßgelegten Nestes deckte, wurden die Larven stets unter die für uns durchsichtigen Flüssigkeiten gebracht, nie unter das violette Glas. Wurde ein Spektrum auf das bloßgelegte Nest geworfen und den Ameisen nur zwischen den ultravioletten Strahlen und dem Rot die Wahl gelassen, so brachten sie ihre Jungen unter das letztere.

H. Müller (Lippstadt).

1) Journ. Linnean Soc. Vol. XIV p. 278.

Ueber die Verbreitung der Nerven im Dünndarm.

Von

Dr. Otto Drasch

Docenten und Assistenten am physiologischen Institute zu Graz.

Nachdem im Verdauungstracte die reichlichen Nervengeflechte im submucösen Bindegewebe und zwischen der Ring- und Längsmuskulatur gefunden waren, bildete namentlich die Schleimhaut des Dünndarms ein häufiges Untersuchungsobjekt, an welchem man bemüht war die Kenntniss über das Verhalten des Meissner'schen Plexus zu erweitern.

Es war nämlich von vorneherein klar, dass dieser in seiner Ausbreitung sich nicht auf das submucöse Bindegewebe allein beschränken könne, sondern zu den Zotten und den Drüsen der Schleimhaut in irgend welcher Beziehung stehen müsse. Den Untersuchungsweg, welcher zur Aufdeckung dieser mutmaßlichen Verhältnisse eingeschlagen wurde, bildete in der Mehrzahl der Arbeiten über diesen Gegenstand entweder die ursprüngliche Cohnheim'sche Vergoldungsmethode oder eine der zahlreichen Modifikationen derselben, welche im Laufe der Zeit ersonnen und anempfohlen wurden.

Bekanntlich hat aber keine von ihnen ein nennenswertes Resultat zu Tage gefördert und der Grund hievon lag, wie ich jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, einzig und allein darin, dass man möglichst frische Darmstücke der Prozedur der Vergoldung unterzog. So wie meine Vorgänger nämlich, fand auch ich meine Bemühungen, Nerven in der Darmschleimhaut zur Ansicht zu bringen, nicht belohnt, solange ich mich an die überlieferten Vergoldungsvorschriften hielt, und erst als ein Zufall mir gelungene Präparate in die Hände spielte, konnte ich in meinem Beginnen systematisch weiterschreiten und dasselbe befriedigend zu Ende führen.

Jener bestand darin, dass ich ein Stück Dünndarm eines Meerschweinchens, welches bereits 18 Stunden tot gelegen hatte, vergoldete. Die mikroskopischen Präparate aus diesem Stücke erwiesen sich als vollkommen gelungen, indem nicht nur die Nerven des Auerbach'schen und Meissner'schen Plexus sondern auch jene der Schleimhaut mit einer Schärfe und Klarheit hervortraten, welche kaum mehr etwas zu wünschen übrig ließen.

Aus dieser Erfahrung zog ich nun den Schluss, dass sich die möglichst frische Nervensubstanz überhaupt nicht oder doch nur sehr unvollkommen mit dem Golde imbibire, dass dieselbe vielmehr einem gewissen Grade von Zersetzung unterliegen müsse, um das Gold aufnehmen zu können. Deswegen habe ich in der Zukunft die Darmstücke nicht mehr frisch vergoldet, sondern sie Tieren entnommen, welche

ich durch Verbluten getötet und 18 bis 24 Stunden liegen gelassen habe. Diese einfache Methode hat sich denn auch an allen von mir untersuchten Tierdärmen bewährt, und es gelang mir, wenige Fälle abgerechnet, immer die Nerven der Schleimhaut zu demonstriren. Zudem wurde es mir im Verlaufe meiner Untersuchungen immer wahrscheinlicher, dass das Nerveneiweiß während des Zersetzungsprocesses eine saure oder alkalische Modification erfährt, und dass gerade diese Eiweißmodificationen es sind, welche der Goldimbibition sich günstig erweisen. Mit dieser Annahme würde aber auch, wie ich glaube, einiges Licht in die bekannte Tatsache gebracht, dass eine vorherige Behandlung der zu vergoldenden Gewebsteile mit Säuren oder Alkalien (Kalkwasser, Arnstein) in sehr vielen Fällen gelungene Präparate lieferte, und die Nerven in verschiedenen Farben wie dunkelrot, rosa, blau, violett etc., ja selbst tintenschwarz erscheinen.

Ich will nun in Kürze die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Vorkommen und die Verteilung der Nerven in dem Dünndarme, welche ich ausführlich in „Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues des Dünndarms, insbesondere über die Nerven desselben", Sitzungsb. der Wiener Ak. Bd. 82, 3. Abt. niedergelegt habe, hier mitteilen.

Indem ich die topographischen Verhältnisse des Auerbach'schen und Meissner'schen Plexus, sowie den allgemeinen Faserverlauf beider Geflechte und ihre Einteilung in primäre, sekundäre und tertiäre Netzwerke als bekannt voraussetze, muss ich, an den zweiten anschließend, zunächst hervorheben, dass von ihm die Brunner'schen Drüsen, und zwar durch Fasern versorgt werden, welche aus dem sekundären Plexus stammen. Es ist dies jedoch nicht so zu verstehen, als ob Zweige einfach aus dem sekundären Geflechte abtreten und zu den Drüsen hinliefen. Vielmehr sind dies Stämmchen, welche aus Ganglienknoten des sekundären Plexus, die aber zwischen den Schlauchwindungen und Divertikeln der tubulös gebauten Drüsen selbst liegen, entspringen, und entweder eine Zeit lang mit den die Drüsen versorgenden Gefäßen hinziehen, endlich mit dichotomischer Verzweigung an die Schläuche und deren Ausbuchtungen abtreten, oder aber nach kürzerem oder längerem ungeteilten Verlaufe um und an den Schlauchwindungen und ihren Divertikeln sich schließlich ebenfalls unter fortwährender Gabelung auf denselben der weiteren Beobachtung entziehen.

Ferner versorgt der Meissner'sche Plexus die Gefäße der Submucosa. Es treten sowohl vom primären als sekundären Netze Zweige ab, die zu einem Gefäße hinziehen, auf demselben sich dichotomisch zu teilen beginnen und oft in Form eines äusserst zierlichen Netzwerkes das Gefäßrohr umhüllen. Oft zweigen auch von Ganglienknoten oder größeren Nervensträngen Fasern ab, welche die Gefäße auf lange Strecken begleiten, sich ihnen bald innig anschließen, dann sich wieder entfernen, abermals anliegen um schließlich neuerdings

zu einem Ganglienknoten zu treten oder aber in die Bildung des Netzwerkes einzugehen.

Durch zahlreiche Fasern verschiedenen Durchmessers steht der Meissner'sche Plexus mit einem Nervengeflechte in Verbindung, welches einerseits in der ganzen Dicke der Schleimhaut sich ausbreitet, andererseits aber wieder in die Zotten mehr oder minder mächtige Zweige entsendet, welche durch kontinuirliche Verästelung daselbst abermals in die Bildung zweier Nervennetze eingehen, die in topographischer Hinsicht zwar streng von einander gesondert werden können, aber durch anastomotischen Faseraustausch zusammenhängen.

Der Nervenplexus in der Schleimhaut verhält sich genau so wie das Meissner'sche Geflecht. Es sind primäre und sekundäre Netze zu unterscheiden, zwischen welchen ein Faseraustausch stattfindet, ferner größere und kleinere Ganglienknoten, die in diesen wie in jenen eingestreut sind. Wie gesagt entspricht der Plexus der ganzen Dicke der Schleimhaut, versorgt die Muscularis mucosae, die Gefäße der Schleimhaut und die Lieberkühn'schen Drüsen. Diese liegen gleichsam in einem korbartig verflochtenen Nervennetze, indem jene Zweige, welche aus den Ganglien oder Fasern des Meissner'schen Plexus gegen die Schleimhaut abtreten, entweder schon am Grunde der Drüsen sich verzweigen oder zwischen ihnen weiter emporziehen, auf diesem Wege sich erst vielfach verästeln und durch gegenseitigen Faseraustausch zu den primären und sekundären Maschen sich vereinigen. Als Nervenfasern nun, welche zu den Drüsen selbst in näherer Beziehung stehen, fasse ich jene auf, die sowohl aus den kleineren als größeren Stämmen des Schleimhautplexus entspringen und sich auf der Membrana propria des Drüsenkörpers unter fortwährender Gabelung verlieren. Die erwähnte Zusammenfassung der Nerven der Zotten in zwei Hauptgeflechte ist keineswegs eine willkürliche: sie gründet sich auf den Bau der Zotten selbst. Das adenoide Gewebe dieser setzt sich nämlich, wie ich übereinstimmend mit andern Forschern constatirt habe, an eine Grenzmembran an, welche bei verschiedenen Tieren von runden oder ovoiden Löchern durchbrochen und meinen Untersuchungen zufolge von einem Lückenwerke durchzogen ist, welches sehr an jenes der Cornea erinnert. Diese Membran lässt sich unter Anwendung gewisser Reagentien von dem Zottenparenchym vollständig abziehen. Von den Nervenstämmen, welche aus dem Schleimhautplexus in die Zotten dringen, treten die einen in die Grenzmembran ein, fangen in dieser knapp über der Zottenbasis an sich zu verzweigen und bilden durch gegenseitigen Austausch ihrer Fasern, in deren Kreuzungspunkten ab und zu Ganglien eingestreut sind, einen äusserst zierlichen Plexus; die anderen durchziehen unter denselben Verhältnissen in Netzwerke sich auflösend, das Zottenparenchym. Jener präsentirt sich mit großer Deutlichkeit an den von vergoldeten Zotten lospräparirten Membranen, diesen überblickt man am

besten, wenn nach der Entfernung der Grenzmembran die ausgebreitete Zotte in den verschiedenen optischen Querschnitten mikroskopisch durchmustert wird. Den Zusammenhang beider Geflechte durch Anastomosen kann man sowohl an Zupfpräparaten als auch an Präparaten von ganzen Zotten erkennen, in welchen durch die der Vergoldung folgende Nachbehandlung mit Ameisensäure das Zottenparenchym gallertig durchsichtig wurde, die Nervenzeichnungen aber erhalten blieben.

Was die Endigungsweise der Fasern des Zottenparenchymplexus betrifft, so kann ich Bestimmtes nur über jene feinen Zweige aussagen, welche zu den Muskeln des Binnenraumes ziehen: sie inseriren sich in der Nähe des Kerns und zwar an der flachen Seite der Muskelzellen. Dieses Verhältniss lässt sich an Zupfpräparaten constatiren.

Von den feinen Zweigen des Membranplexus treten die einen zu den Kapillaren, die anderen verlieren sich unter dichotomischer Auffaserung in den Feldern der Membran, welche die Kapillarschlingen umgränzen. Ich muss nämlich hier noch hervorheben, dass die Grenzmembran die ausschließliche Trägerin sämmtlicher Haargefäße der Zotten ist. Die Fasern aber, welche zu den Kapillaren und mit ihnen ziehen, legen sich dieser entweder verbreitert an, entfernen sich wieder von ihnen und vereinigen sich dann mit einem anderen Stämmchen oder Ganglienknötchen, oder es tritt eine feine Faser zur Kapillare, schwillt, an deren Wand angelangt, plötzlich zu einem Knötchen an und verlässt wieder als feiner Faden das Gefäß. Von den Fasern, welche sich im Gewebe der Membran dichotomisch teilen, kann ich nur sagen, dass man bei sorgfältiger Prüfung den Eindruck erhält, als verlören sie sich in die Tiefe, also gegen die Epithelseite hin, welcher Umstand es mir wahrscheinlich macht, dass auch bei den Zotten feinste Fasern zwischen die Epithelzellen dringen oder in irgend einer Weise zu denselben in Beziehung stehen.

Altes und Neues über Atembewegungen.

Von

J. Rosenthal.

(Schluss.)

Die vorgetragene Anschauung lässt sich auch auf die Wirkung des *N. laryngeus superior* übertragen, dessen Reizung als eine den angenommenen Widerstand vermehrende anzusehen ist, eine Anschauung, welche auch für alle andern uns bekannten Hemmungsnerven passt. Denn die Reizung des genannten Nerven ändert auch nicht die Gesammtsumme der vom Atmungsorgan geleisteten Arbeit, sondern vermindert nur ihre Zahl unter Verstärkung jeder einzelnen

Atembewegung, was sich am leichtesten durch eine Zunahme des von uns angenommenen Widerstands erklären lässt.

Nicht ganz so klar ist die Wirkung anderer Gefühlsnerven auf die Atembewegung. Zwar ist es unzweifelhaft, dass Reizungen beliebiger sensibler Nerven erhebliche Veränderung der Atmung zur Folge haben, aber diese Wirkungen sind weder so regelmäßig wie die der geschilderten Wirkungen des Vagus und seiner Aeste, noch lässt sich der von Schiff, Bert und neuerdings von Langendorff aufgestellte Satz vertheidigen, dass schwache Reizung aller dieser Nerven die Atmung beschleunige, stärkere sie verlangsame oder zu exspiratorischem Stillstand bringe. Vielmehr ist die Wirkung schmerzhafter Reizungen sensibler Nerven immer die, dass die Atembewegungen unregelmäßig werden, die exspiratorischen Muskeln das Uebergewicht erlangen und bei verschlossener Stimmritze Schreien erfolgt. Dass dies nicht blos willkürliche Bewegung infolge des zugefügten Schmerzes sein kann, geht daraus hervor, dass dieses Schreien, und zwar noch mit größerer Regelmäßigkeit, bei Reizung sensibler Nerven auch dann eintritt, wenn man vorher das Großhirn exstirpirt hat, dass es jedoch ausbleibt, wenn die Tiere mit Morphium oder Chloralhydrat narkotisirt sind. Es handelt sich bei dieser Reizung offenbar um rein motorische Reflexe von den sensiblen Nerven auf die motorischen Nerven der Exspirationsmuskeln, welche den Symptomkomplex des Schreiens bewirken, nicht aber um Eingriffe in den regelmäßigen Ablauf der normalen Atembewegung von der Art, wie sie die Vagusreizung bewirkt.

Nur die sensiblen Nerven der Nasenschleimhaut scheinen zu dem Atemmechanismus in ähnlicher engerer Beziehung zu stehen wie die Verzweigungen des Vagus. Schon Schiff hat gefunden, dass Reizung der Nasennerven die Atmung verlangsamt und zum vollkommnen Stillstand bringen kann (Comptes rendus 1861 LIII p. 85 und 330) und später haben Hering und Kratschmer die Tatsache kennen gelehrt, dass Tabakrauch, Chloroform oder Ammoniakdämpfe auf die Nasenschleimhaut einwirkend, langdauernden exspiratorischen Stillstand bewirken (Wiener akad. Sitzungsber. mathemat. naturwiss. Cl. 2. Abteilung 1870 LXII 147). Diese Nasenäste des Trigeminus sind es offenbar, welche das Niesen bewirken, sie stehen demnach in ähnlicher Beziehung zur Atmung wie die Kehlkopfäste des *Laryngeus superior*, deren Reizung Husten bewirkt. Beim Niesen wie beim Husten wird der regelmäßige Ablauf der respiratorischen Bewegungen unterbrochen. Die künstliche Reizung dieser Nerven zeigt nicht immer den typischen Verlauf des Niesens oder Hustens, aber stets erfolgt durch sie die Unterdrückung der inspiratorischen Bewegungen, welche doch ein wesentliches Moment jener Akte darstellt. Legt man durch eine Oeffnung in der Trachea die untere Fläche der Stimmbänder blos und berührt dieselbe leise mit einer stumpfen Spitze, so erfolgt

sofort krampfhafte Verschließung der Stimmritze, zuweilen auch ein Hustenstoß. In diesem Falle hat also die Reizung der Schleimhaut, auf welcher sich der Nerv ausbreitet, eine exspiratorische Bewegung bewirkt. Warum die elektrische Reizung des Nerven selbst in der Regel nur Stillstand der Atmung aber keinen Husten veranlasst, ist schwer zu sagen[1]). Offenbar ist es nicht ganz gleichgültig, ob sensible Nerven in ihrem Verlauf oder in ihrer peripherischen Ausbreitung in der Schleimhaut gereizt worden. Dasselbe finden wir ja auch bei den sensiblen Nerven der Haut, deren Reizung innerhalb ihres Verlaufs nicht die specifischen Empfindungen der Wärme, des Drucks, des Kitzels, sondern immer nur Schmerzempfindung veranlasst. Dennoch sind die durch elektrische Reizung zu bewirkenden Veränderungen der Atmung, wie wir sie am *Laryngeus superior* und an den Lungenästen des Vagus kennen gelernt haben, für das Verständniss des Atmungsmechanismus sehr wichtig. Wir erkennen aus den Wirkungen dieser Reizung, dass ein Zusammenhang zwischen jenen Nerven und dem Atmungscentrum besteht. Zum vollkommenen Verständniss des Mechanismus ist es dann noch notwendig, auch die Wirkungen, welche bei Reizung der Nervenendigung in der Schleimhaut und der Durchschneidung der betreffenden Nerven auftreten, zu vergleichen[2]).

So beträchtlich nun die schon geschilderten Wirkungen der Vagusdurchschneidung sind, vom *Laryngeus superior* und den übrigen sensiblen Nerven lässt sich nichts derart behaupten. Man kann beide *Nervi laryngei superiores* durchschneiden, ohne merkliche Aenderung in der Atmung zu sehen, besonders wenn man den sogenannten äußern Ast dieses Nerven, welcher nur motorische Fasern enthält, unversehrt lässt[3]). Ebenso bleibt die Atmung ungeändert, wenn man die Medulla oblongata so viel als irgend möglich von allen Verbindungen mit sensiblen Nerven abtrennt. Sowie man aber beide Vagi am Halse durchschneidet, treten jene mächtigen Aenderungen der Atmung ein. Hieraus folgt, dass ausschließlich die Lungenfasern dieses Nerven während des ganzen Lebens auf das Atmungscentrum eine

---

1) Es gilt dies übrigens streng nur für das Kaninchen; denn bei Katzen und Hunden bewirkt elektrische Reizung des N. laryngeus superior allerdings hustenartige Bewegungen.

2) Soeben geht mir noch eine vorläufige Mitteilung des Herrn J. C. Graham (aus Pflüger's Archiv XXV. 379) zu, welcher im physiologischen Laboratorium zu Bonn gefunden hat, dass auch der N. splanchnicus gerade so wirkt wie der N. laryngeus superior. Die Versuche sind an Kaninchen gemacht. Bei Hunden hat nach meinen Erfahrungen Reizung des centralen Splanchnicusendes heftige Atembewegungen mit Ueberwiegen der Exspiration, aber ohne Schreien zur Folge.

3) Die Durchschneidung dieses Astes hat eine geringe Verengerung der Stimmritze und dadurch indirekt eine geringfügige Verlangsamung der Atmung zur Folge.

stetige Wirkung ausüben, durch welche sie die Frequenz und Tiefe der Atmung reguliren ohne die Summe der vom Atmungscentrum geleisteten Arbeit zu beeinflussen. Der Grund dieser stetigen Reizung wird wol füglich in der mechanischen Zerrung gesucht werden dürfen, welcher die Ausbreitung der Nerven in der Lunge ausgesetzt ist. Ob jedoch hier zwei Fasergattungen angenommen werden müssen, wie Hering und Breuer wollen, oder ob die Annahme nur einer Fasergattung (der Traube'schen Faser, wie ich sie genannt habe) ausreicht, kann zweifelhaft bleiben. Die Erklärung der beim Aufblasen der Lunge eintretenden Abkürzung der Inspiration als eine Inspirationshemmung, wie sie Hering und mit ihm andere nennen, ist eine hypothetische so gut wie die von mir entwickelte Hypothese über die Wirkungsweise der Vagusreizung. Beide erklären, so weit ich dies übersehen kann, die Erscheinungen gleich gut. Es wird neuer Untersuchungen bedürfen, um zwischen diesen beiden Hypothesen die Entscheidung herbeizuführen oder zwischen beiden zu vermitteln.

Diese Annahme, dass die Lungenfasern des Vagus stetig während des ganzen Lebens durch die Atembewegungen selbst eine mechanische Zerrung erleiden, und dass diese Erregung die Frequenz und Tiefe der Atemzüge regulirt, erklärt nun auch, warum Hindernisse, welche den Zutritt der Luft zu den Luftwegen erschweren, stets eine Abnahme der Atmungsfrequenz mit Zunahme der Tiefe jedes einzelnen Atemzuges bewirken. Denn die langsamere Entfaltung der Lunge, welche durch den erschwerten Luftzutritt veranlasst wird, muss die Zerrung der Vagusfasern in der Lunge verringern, also in derselben Weise, wenn auch in geringerem Grade, wirken wie Vagusdurchschneidung. Dabei ist vorausgesetzt, dass der Luftzutritt zwar erschwert ist, aber doch noch in hinreichendem Grade möglich bleibt, um den Gasgehalt des Bluts auf ungefähr normaler Höhe zu erhalten. Ist das Hinderniss größer, dann treten die Wirkungen der Sauerstoffarmut hinzu und compliciren die Erscheinungen. Von besonderem Interesse sind ferner die Aenderungen der Atmung, welche auftreten, wenn das Hinderniss einseitig wirkt, d. h. nur für den Eintritt der Luft in die Lungen oder nur für den Austritt der Luft aus den Lungen. Doch fehlt es noch an einer systematischen Untersuchung dieser Erscheinungen, weshalb ich die Besprechung derselben auf eine spätere Zeit verschieben will.

Zum Schluss haben wir noch die Beziehungen der eigentlichen Sinnesnerven zu den Atembewegungen zu besprechen, welche neuerdings von Herrn Christiani aufgefunden wurden (Monatsber. d. Berl. Akad. 1881. Sitzung v. 17. Febr.). Elektrische, mechanische oder Lichtreizung des N. opticus bewirkt Beschleunigung der Atmung nach Art der Vagusreizung, während mechanische oder elektrische Reizung des Trigeminus im exspiratorischen Sinne die Atmung beeinflusst. Wie der Opticus wirkt auch der Acusticus auf elektrische oder akustische

Reizung ähnlich wie der Vagus beschleunigend und inspiratorisch. Nach Entfernung des Großhirns und der Streifenhügel waren die Reizwirkungen noch ausgesprochner als vorher. Direkte Reizung der Hirnteile zeigte, dass im Innern der Sehhügel in geringer Höhe über dem Boden, in der Seitenwand des dritten Ventrikels nahe den Vierhügeln eine circumscripte Stelle vorhanden ist, deren mechanische, thermische oder elektrische Reizung Stillstand des Zwerchfells in Inspiration oder bei schwächerer Reizung inspiratorisch vertiefte und beschleunigte Atmung verursacht. Trennt man die Sehhügel durch einen Schnitt in der Medianebene, so kann man das betreffende Organ auf jeder Seite einzeln reizen. Im Gegensatz zur Vagusreizung ist die Atmung durch Reizung dieses Organs nicht unter Verflachung beschleunigt, sondern beschleunigt und zugleich vertieft u. z. nach beiden Richtungen (d. h. also mit aktiven Exspirationen) und unter Hinzutreten concomitirender Bewegungen, zuweilen auch nur vertieft ohne Zunahme der Frequenz. Man kann dieses „Inspirationscentrum" mechanisch entfernen oder durch große Chloraldosen lähmen. Es ergibt sich dann, dass in der Substanz der vorderen Vierhügel, dicht unter und neben dem Aquaeductus Sylvii, ein „exspiratorisches Centrum" gelegen ist, welches zum Trigeminus in Beziehung steht und direkt oder durch letztern Nerven erregt werden kann; nach Exstirpation des andern Centrums ist seine Wirksamkeit so erhöht, dass durch starke Reizung Tod in Exspirationsstillstand erfolgen kann. Außerdem gibt es noch ein schon von Martin und Booker gefundenes Inspirationscentrum in den hintern Vierhügeln.

Entfernt man die vordern Hirnteile durch einen Schnitt hinter den Vierhügeln ganz, dann atmen die Tiere ausserordentlich regelmässig, maschinenartig noch stundenlang weiter. Verletzungen hinter dieser Stelle führen schneller oder langsamer den Tod herbei.

Die eben erwähnte Schnittgrenze gibt offenbar den Anfang der Stelle, wo das eigentliche Atemcentrum im alten, von uns früher erörterten Sinne beginnt. Was vor der Grenze liegt, die Atemcentren von Christiani und Martin und Booker, ist zur normalen, regelmäßigen Atmung nicht notwendig, kann aber zu der normalen Tätigkeit dieser sich hinzuaddiren und gibt dann verstärkte Atmung entweder mit Vorwiegen der Inspiration oder der Exspiration. Auf diese Hilfscentra, wie wir sie wol nennen können (analog den von mir sogenannten Hilfscentren des Herzens), wirken die Sinnesnerven Acusticus und Opticus. Auf die eigentlichen normalen Atembewegungen wirken sie nicht ein, sie können daher auch mit dem Vagus und dessen Verzweigungen (sowie mit dem nach Graham jetzt hinzuzufügenden Splanchnicus) in ihrer Wirkungsweise nicht in Parallele gestellt werden. Ihre Wirkung, sowie die der neuen Centren kommt aber in Betracht, wenn es sich um Erklärung des Einflusses handelt, welchen psychische Zustände auf die Atmung haben.

A. Högyes, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. I. Teil, Die Erscheinungen der die Bewegungen des Kopfes und des Körpers begleitenden associirten Augenbewegungen bei Säugetieren und beim Menschen (ungarisch).

Mitteilungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest 1881. Bd. X. Nr. 18, S. 1—62.

A. Högyes, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. II. Teil, Der Einfluss einzelner Teile des Nervensystems auf die unwillkürlich associirten Augenbewegungen (ungarisch).

Ebenda Bd. XI. Nr. 1, S. 1—100.

Es ist bekannt, dass beim normalen Sehen in den meisten Fällen beide Augen sich zugleich bewegen. Ebenso bewegen sich beide Augen in gleicher Weise bei aktiven oder passiven Bewegungen des Körpers und des Kopfes. Aehnliches lässt sich selbst bei solchen Tieren beobachten, deren beide Augen ganz getrennte Sehfelder haben: das geschlossene Auge folgt den Bewegungen des offenen; das blinde jenen des sehenden. Obgleich die äußeren Erscheinungen dieser bilateralen Augenbewegungen bekannt sind, so kennen wir dieselben ihrem innern Wesen nach nicht genügend. Während nach den einen die Fähigkeit der Association der Augenbewegungen angeboren sein soll, behaupten andere, dieselbe wäre durch Erfahrung erworben. Ueber den Nervenmechanismus welcher diese bilateralen Augenbewegungen erzeugt, ist kaum mehr bekannt, als dass hier 12 Augenmuskeln mit den 6 Augennerven tätig sind, und dass die Erregung der letzteren auf unbekannte Weise von den Oculomotoriuskernen im Vierhügel ausgeht. Weitere Erfahrungen drängen zu der Annahme, dass die Augenbewegungen durch irgend einen sehr komplicirten Nervenmechanismus beeinflusst werden. Verfasser stellte sich nun die Aufgabe, diesen Nervenmechanismus zu ergründen.

Zu diesem Zwecke wurden zuerst am Kaninchen die Erscheinungen der bilateralen Augenbewegungen genau bestimmt, während die Tiere in den drei Hauptebenen des Raumes passiv bewegt wurden. Die auf diese Weise hervorgerufenen unwillkürlichen Augenbewegungen verglich Verf. dann mit den ähnlichen Augenbewegungen anderer Tiere und des Menschenauges.

Die Methode, nach welcher die Versuche durchgeführt wurden, bestand darin, dass das Tier in natürlicher sitzender Stellung auf ein passendes Kaninchenbrett befestigt wurde, durch welches dasselbe in allen drei Hauptebenen des Raumes gedreht werden konnte; die Augenbewegungen wurden mit Hülfe einer Nadel beobachtet, welche entlang den Muskelfasern des oberen geraden Augenmuskels in die Sclera eingeführt war. Die Nadel war bis zur Mitte der Pupille knie-

förmig gebogen und ging von da in gerader Richtung nach vorne. Zugleich trug sie ein Aluminiumkreuz, dessen senkrechter Arm die vertikale, dessen horizontaler Arm die horizontale Achse repräsentirte. Sobald sich das Auge bewegte, wurde auch das Achsensystem zugleich bewegt. Auch graphisch ließ Verf. die Augenbewegungen mit Hülfe zweier Marey'scher Trommeln (Tambour à lévier) auf einen rotirenden Cylinder aufzeichnen.

Die auf solche Weise angestellten Untersuchungen erwiesen, dass eine jede passive Aenderung der Lage des Körpers oder Kopfes des Tiers, von eigentümlichen bilateralen Augenbewegungen begleitet ist, die für eine jede Körperstellung immer ganz bestimmte sind.

Wurde das Kaninchen in der Horizontalebene nach rechts gedreht, so blieben beide Augen vorübergehend links zurück, um bald gemeinsam nach rechts zu schnellen (*Deviatio horizontalis bilateralis dextrum vergens*), Das Umgekehrte trat bei Linksdrehung des Kaninchens (*Deviatio horizontalis bilateralis sinistrum vergens*) auf. Bei totaler Umdrehung entsteht eine ganze Kette der zurückbleibenden und nachschnellenden Augenbewegungen; bei Rechtsdrehung *Nystagmus horizontalis bilateralis dextrum vergens,* bei Linksdrehung *Nystagmus horizontalis bilateralis sinistrum vergens.* Wird das Drehen plötzlich unterbrochen, so treten Nachoscillationen auf, deren Zahl und Größe in Beziehung zur Drehgeschwindigkeit stehen. Diese Art der associirten bilateralen Augenbewegungen nennt Verfasser entgegengesetzt gerichtet.

Dreht man das Kaninchen in der Median- oder Sagittalebene nach vorne, dann bleiben beide Augen in der Drehungsrichtung zurück, rotiren lateral und drehen sich lateral nach oben (*Deviatio divergens bilateralis*); bei der Drehung nach rückwärts rotiren beide Augen medial und drehen sich medial und nach unten (*Deviatio convergens bilateralis*). Bei totaler Umdrehung erreichen die entsprechenden Augenbewegungen in dem ersten Viertel der Drehung ihren Höhepunkt, in dem zweiten bleiben sie bis zu dessen Ende in unveränderter Stellung, um dann plötzlich nach einigen oscillatorischen Bewegungen ihre normale Ruhelage einzunehmen; in dem dritten Viertel drehen sich die Augen nach der entgegengesetzten Richtung und erreichen den Höhepunkt dieser Ablenkung am Ende dieses Viertels, um während des ganzen vierten Viertels diese Ablenkung beizubehalten und am Ende desselben nach einigen Oscillationen abermals ihre frühere Ruhelage einzunehmen. Nach häufigerer Drehung nach vorne tritt *Nachnystagmus convergens,* nach rückwärts *Nachnystagmus divergens* auf. Plötzliches Innehalten ruft kurz dauernden *Nystagmus rotatorius* hervor. Mulder nennt diese Art der bilateralen associirten Augenbewegungen symmetrisch gleichgerichtet.

Wird schließlich das Tier in der Frontalebene nach rechts gedreht, so wendet sich das linke Auge abwärts und medial und rotirt lateral, während das rechte Auge aufwärts und lateral gedreht und

medial rotirt wird (*Deviatio diagonalis bilateralis sinistra*). Bei Linksdrehung findet genau das umgekehrte Verhältniss statt (*Deviatio diagonalis bilateralis dextra*). Bei totaler Umdrehung folgen die entsprechenden Erscheinungen auf ähnliche Weise nacheinander, wie bei der Drehung in der Median- oder Sagittalebene. Bei häufigem Drehen werden die am Ende des zweiten und vierten Viertels zu beobachtenden Oscillationen lebhafter. Auf plötzliches Einhalten folgt nach Linksdrehung *Nystagmus diagonalis bilateralis dextrum vergens*, nach Rechtsdrehung *Nystagmus diagonalis bilateralis sinistrum vergens*. Verf. nennt auch diese associirten bilateralen Augenbewegungen entgegengesetzt gerichtet.

Außer bei dem Kaninchen wurden die compensatorischen Augenbewegungen noch bei Hunden, Katzen, Meerschweinchen, Mäusen und Fledermäusen beobachtet. Im Wesentlichen stimmten die Erscheinungen überein. Bei den Meerschweinchen werden, wie bei Vögeln, die associirten Augenbewegungen durch compensatorische Bewegungen des Kopfes ersetzt. Bei Fröschen fehlen die bilateralen Augenbewegungen ganz.

Der allgemeine Charakterzug dieser compensatorischen bilateralen Augenbewegungen besteht darin, dass durch dieselben beide Augen bei den verschiedenen Ortsveränderungen des Kopfes und des Körpers ihre primäre Ruhestellung beizubehalten streben.

Mit Hülfe der in dem ersten Teile seiner Arbeit mitgeteilten Methode suchte Verfasser Einsicht in den Nervenmechanismus zu gewinnen, der die passiven bilateralen Augenbewegungen regirt. Zu diesem Zwecke wurde beobachtet, welchen Einfluss die Durchschneidung oder Zerstörung einzelner Partien des Centralnervensystems auf die zufolge der Drehung des Tieres eintretenden Augenbewegungen haben, und wurden durch Reizungsversuche die auf solche Weise erhaltenen Resultate weiter kontrolirt.

Durchschneidung der sechs Augenmuskeln, der Hirnpartie am Boden des vierten Ventrikels, des *Aquaeductus Sylvii* in der Höhe der vorderen Vierhügel, des Acusticuskerns, der beiden *Nn. Acustici*, sowie Zerstörung beider häutiger Labyrinthe führen zu totalem Ausbleiben der compensatorischen Augenbewegungen während der Drehung des Tiers. Dagegen konnten bilateral associirte Augenbewegungen hervorgerufen werden durch Reizung derselben Nervenpartien, also des häutigen Labyrinths, des Acusticus, des Bodens des vierten Hirnventrikels innerhalb der beschriebenen Grenzen, bilaterale Reizung der Augenmuskelnerven (unilaterale Reizung derselben hatte nur einseitige Augenbewegung im Gefolge). Demnach sind diese Nervenpartien zum Entstehen und regelmäßigen Auftreten unwillkürlicher associirter Augenbewegungen nöthig.

Welche von diesen Nervenpartien auch immer zerstört werden mögen, die Folge dieser Zerstörung ist immer eine Störung in den

die Drehung des Tiers begleitenden compensatorischen Augenbewegungen. Zum Eintreffen vollkommener associirter bilateraler Augenbewegungen ist demnach ein Zusammenwirken aller erwähnten Teile nötig.

Nach beiderseitiger Zerstörung des häutigen Labyrinths, nach der Durchschneidung beider *Nn. Acustici*, sowie nach Anlegung eines quer durch die Raphe oberhalb der Abducenskerne geführten Schnitts oder eines Längsschnitts in den oberen Partien der Raphe kann man an den Augen des Tiers keine willkürlichen Augenbewegungen mehr sehen. Diese Nerventeile bilden also einen zusammenhängenden Apparat, welchen Verf. den associirenden Nervenapparat der Augenbewegungen nennt.

Weitere Untersuchungen ergaben bezüglich der Einrichtung dieses associirenden Nervenmechanismus, dass derselbe aus einer centralen (associirendes Centrum der Augenbewegungen), einer centripetal, (associirende centripetale Bahn) und einer centrifugal leitenden Bahn besteht. Das associirende Centrum liegt in dem Kern des 8., 6., 4. und 3. Hirnnervenpaars im Mittelhirn und dem verlängerten Marke. Die centripetalen Bahnen liegen in den beiden *Nn. acustici*, die centrifugalen in den sechs Augenmuskelnerven.

Ausserdem zerfällt der ganze associirende Nervenmechanismus in eine rechte und linke Hälfte. Den centripetalen Teil der rechten Hälfte bilden das rechte häutige Labyrinth und der rechte Hörnerv,— sein Centrum liegt am Boden des 4. und 3. Hirnventrikels an der rechten Seite der Raphe in der Höhe zwischen den rechten Acusticuskernen und den rechten Oculomotorius-Trochleariskernen; seine centrifugale Bahn liegt in den rechten 6., 4. und 3. Hirnnerven. Die centripetalen Teile der linken Hälfte sind das linke häutige Labyrinth und der linke Hörnerv, sein Centrum die linke Seite der Rautengrube und des *Aquaeductus Sylvii* zwischen den Acusticus und Oculomotoriuskernen, seine centrifugale Bahn der linke 6., 4. und 3. Hirnnerv. Die beiden Hälften dieses Nervenmechanismus verbinden intercentrale Fasern, welche von den Abducenskernen zu den anderseitigen Oculomotorius- und Trochleariskernen ziehen und in dem obern Teil der Raphe sich kreuzen.

Der Gang der die Augenbewegungen associirenden Reflexnervenbahnen von dem häutigen Labyrinth zu den Augenmuskeln ist folgender: aus beiden Labyrinthen gehen associirende Nervenbahnen für beide Augen, ziehen durch die Hörnerven zu den entsprechenden Hälften des associirenden Centrums und gelangen von da auf die centrifugale Bahn; und zwar bleiben sie auf derselben Seite für jene Muskeln, welche das Auge nach aufwärts lateral wenden und medial rotiren, während sie auf die andere Seite übertreten, um dort zu den Muskeln zu gelangen, die das Auge abwärts medial wenden und lateral rotiren. Dieser bilateralen Einrichtung zufolge erhält ein jedes Auge von beiden Labyrinthen Reflexerregung.

Es muss angenommen werden, dass diese bilateralen Reflexerregungen unter normalen Verhältnissen auch während der Ruhe fortwährend den Augenmuskeln zuströmen und beide Augen beständig in einem mittleren labilen Gleichgewicht erhalten. Sobald die aus dem einen oder anderen Labyrinthe kommenden Reflexerregungen zunehmen oder sinken, wird auch das labile Gleichgewicht unterbrochen und sogleich tritt bilaterale Deviation ein, welche je nach der Qualität der aus dem Labyrinthe (oder aus der centripetalen Bahn wie auch aus dem Centrum) kommenden Erregungen verschieden sein kann. Sobald der Weg der associirenden Nervenreize zu den Augenmuskeln in Folge der Zerstörung der centripetal leitenden Bahnen oder des Centrums, unterbrochen wird, wird das labile Gleichgewicht beider Augen stabil, und beide Augen zu bilateralen Augenbewegungen unfähig.

Die compensatorischen Augenbewegungen, welche den Ortsänderungen des Kopfes folgen, sind Störungen des labilen Gleichgewichts beider Augen, die dadurch entstehen, dass die Drehung in den verschiedenen Richtungen die aus beiden häutigen Labyrinthen ausströmenden associirenden Nervenerregungen auf verschiedene Weise, aber immer der Drehung entsprechend, verändert.

Der die Augenbewegungen associirende Nervenmechanismus besteht im Wesentlichen darin, dass von den Hörnerven auf das 6., 4. und 3. Nervenpaar Reflexerregungen beständig übergehen und in beiden Augen je nach der Qualität derselben entweder labiles Gleichgewicht, oder der Kopfstellung entsprechend geordnete bilaterale Augenbewegungen erzeugen. Ausser dieser bilateralen Reflexerregung ist an diesem Nervenmechanismus keine automatische Funktion zu beobachten; nach Durchschneidung der centripetalen Bahnen (*Nn. acustici*) entstehen keine compensatorischen Augenbewegungen.

Ueber die Einrichtung dieses associirenden Nervenmechanismus im Einzelnen wird ein dritter Teil dieser Mitteilung handeln.

Ferd. Klug (Klausenburg).

Ueber die elektrischen Erscheinungen an der Netzhaut.

1) Frithiof Holmgren, Ueber die Retinaströme. Untersuchungen aus dem physiologischen Institute in Heidelberg. Bd. III S. 278—326. 1880 [Schon im Jahre 1866 in schwedischer Sprache erschienen]. 2) Dewar und Mac Kendrick, The physiological action of light. Journ. of Anat. and Physiol. Nr XII. p. 275—285. 3) Dewar, J. Action physiologique de la lumière. Revue scientifique. V. année. 2e série p. 516—520. 4) Frithiof Holmgren. Ueber Sehpurpur und Retinaströme. Untersuchungen aus dem physiologischen Institute in Heidelberg. Bd. II. S. 81—88. 1878. 5) W. Kühne u. J. Steiner. Ueber das elektromotorische Verhalten der Netzhaut. Dieselben Berichte. Bd. III. S. 327—377. 1880.

Wie die Nerven, wenn sie entsprechend hergerichtet in den Galvanometerkreis aufgenommen werden, einen gesetzmäßigen Strom geben,

den sogenannten Nervenstrom, so zeigt auch das periphere Endorgan des Sehnerven, das Auge, dasselbe Verhalten. Der wesentliche Inhalt des Auges ist die Netzhaut, welche einerseits lichtempfindlich ist und andererseits die Enden des Sehnerven enthält, durch welche die Erregungen zum Sehnervenstamme und weiterhin zum Gehirn getragen werden.

Wenn man einen Nerven auf irgend eine Weise in Erregung versetzt, so erleidet der Nervenstrom eine Abnahme; das ist die negative Schwankung des Nervenstroms während der Erregung (du Bois-Reymond), und es musste vom größten Interesse sein, ob auch der adäquate Reiz für das Auge, das Licht, eine negative Schwankung des Augen-, oder wie Holmgren ihn nannte, des Netzhautstroms, hervorrufen würde. Dies zu untersuchen war die wesentliche Aufgabe, die sich Holmgren vor nun schon fünfzehn Jahren vorgesetzt und in rühmlichster Weise durchgeführt hatte. Hierbei ergab sich, dass wenn die eine Elektrode die Hornhaut und die andere den hinteren Umfang des Augapfels ableitend berührte, jedesmal eine Stromschwankung auftrat, wenn Licht in das vorher im Dunkeln gehaltene Auge einfiel und wenn es wieder entfernt wurde. Die Untersuchungen, welche teils am ausgeschnittenen, teils am Auge in seiner natürlichen Lage ausgeführt werden konnten, ergaben, dass die auf Licht eintretenden Schwankungen je nach der Tierklasse verschieden waren — mit der einen Ausnahme, dass sich am Fischauge überhaupt keine solche Schwankung beobachten ließ.

Das zuerst untersuchte Auge war das herausgeschnittene Auge des Frosches. Dasselbe giebt beim Kommen und Gehen des Lichts jedesmal eine positive Schwankung, im Gegensatze zu allen übrigen Tieren, deren Augen beim Kommen des Lichts eine negative, beim Verschwinden desselben eine positive Schwankung zeigen. Sie geben diese Schwankungen selbst dann, wenn die Lichtintensitäten nur in beliebigem Sinne verändert resp. vergrössert oder verringert werden.

Nun aber liegen in der Regenbogenhaut aller Augen Muskeln, welche sich in Folge des Lichtreizes kontrahiren und die Tätigkeit dieser Muskeln könnte ebenfalls Ursache von elektrischen Stromschwankungen werden. Um diese Möglichkeit auszuschließen, trennte Holmgren den vordern Umfang des Auges beim Frosche ab, so dass eine Augenschale zurückblieb, welche zwar die Netzhaut, aber nicht mehr die Muskeln enthielt. Oder er eliminirte den Einfluss jener Muskeln dadurch, dass er sie mit passenden Giften (Curare, Atropin) lähmte. Wie auch immer der etwaige Einfluss der Muskelkontraktionen aufgehoben worden war, stets blieben die Stromschwankungen bei Beleuchtung und bei Entfernung des Lichts die schon angegebenen, so dass sie in der Tat als der Netzhaut angehörig zu betrachten sind; denn Augen, denen die Netzhaut genommen war, blieben erregungslos.

Unbekannt, wie es scheint, mit den Versuchen von Holmgren, betraten einige Jahre später Dewar und MacKendrick dasselbe Gebiet und fanden ebenfalls elektrische Stromschwankungen in den Augen der verschiedensten Tiere bei Beleuchtung und Entziehung des Lichts. Ihre Resultate unterscheiden sich von denen Holmgren's in zwei wesentlichen Punkten: einmal nämlich fanden sie für das Froschauge beim Eintritt des Lichts eine aus positiver und negativer zusammengesetzte Doppelschwankung, andrerseits konnten sie auch für das Fischauge Stromschwankungen konstatiren, welche mit den Schwankungen der Augen bei den übrigen Wirbeltieren übereinstimmten.

Inzwischen hatte Boll unser Gebiet durch die überaus wichtige und ebenso hoffnungsvolle Entdeckung bereichert, dass die Netzhaut der meisten Wirbeltiere einen Farbstoff, den Sehpurpur, besitzt, welcher ausschließlich durch das Licht zerstört und in der Dunkelheit wieder regenerirt wird.

Wieder war es Holmgren, der zuerst zu ermitteln versuchte, ob der Sehpurpnr in direkter Beziehung stände zu den von ihm entdeckten Schwankungen des Netzhautstroms und damit weiterhin zu dem Sehakte selbst, dessen Zustandekommen füglich nicht ohne jene Schwankungen zu denken sind. Er setzte sich deshalb vor, zu untersuchen, ob ein von Sehpurpur freies Auge auf Beleuchtung noch Schwankungen zeigt und ob sie in dem purpurhaltigen Auge fehlen können.

Diese Versuche wurden an Frosch- und Kaninchenaugen gemacht. Purpurlose Augen erhält man bei Tieren, welche wenigstens zwei Stunden direktem Sonnenlichte ausgesetzt waren. In allen diesen sogenannten gebleichten Augen konnte Holmgren seine früheren Stromschwankungen wiederfinden. Da weiterhin ein Kaninchenauge, dessen Sehpurpur durch Erhärtung in 4 % Alaunlösung konservirt war, keine Schwankung zeigte [wie sollte es auch?], so schliesst Holmgren, dass der Sehpurpur in keiner Beziehung zu dem Sehakte stehen könne.

Einige Zeit darnach betraten Kühne und Steiner dasselbe Gebiet, um eine doppelte Aufgabe zu lösen. Nämlich 1) das elektromotorische Verhalten der Netzhaut allein, abgetrennt von allen übrigen Teilen des Augapfels, namentlich des die Retina umhüllenden Pigmentepithels zu untersuchen und 2) um das elektromotorische Verhalten der ungebleichten Retina gegen die gebleichte zu vergleichen.

Da die isolirte Netzhaut, welche dem Auge des Frosches nach einem bekannten, früher schon von Kühne angegebenen Verfahren entnommen wurde, in elektromotorischer Beziehung ein Novum war, so musste zunächst die Richtung ihres Ruhestroms festgestellt werden. Hierbei ergab sich, dass die vordere Seite, welche die Faserseite genannt werden mag, sich positiv verhielt gegen die hintere Seite, die als Stäbchenseite bezeichnet wird. Die Ableitung der Netzhaut geschah mit Hilfe der unpolarisirbaren Elektroden, deren Tonspitzen zum Schutze mit eigens präparirten Froschlungen überzogen waren,

eine Methode der Ableitung, welche für das Gelingen der folgenden Versuche unerlässlich ist. Wenn nun eine solche Netzhaut belichtet wurde, so trat jedesmal eine Stromschwankung ein, die sich wiederholte, wenn das Licht wieder verschwand. Alle übrigen Teile des Augapfels in derselben Weise einzeln untersucht, zeigten niemals Stromschwankungen. Damit ist der endgiltige Beweis dafür geliefert, dass die am Augapfel beobachteten Stromschwankungen ausschließlich der Netzhaut selbst zuzuschreiben sind.

Was die Qualität der Schwankungen der Netzhaut betrifft, so ist die beim Kommen des Lichts eintretende Schwankung beim Frosche, der bisher nur untersucht worden ist, eine Doppelschwankung und zwar eine positive und negative Schwankung, die man auch als negative Schwankung mit positivem Vorschlage, eventuell auch umgekehrt bezeichnen könnte. Beim Verschwinden des Lichts tritt dagegen nur eine einfache positive Schwankung auf.

Ungebleichte Netzhäute von Fröschen, welche 24 Stunden im Dunkeln gehalten waren, zeigten jene Schwankungen ebenso, wie die gebleichten Netzhäute von Fröschen, welche wenigstens zwei Stunden direktem Sonnenlichte ausgesetzt waren, doch mit dem bemerkenswerten Unterschiede, dass die Schwankungen der gebleichten Netzhäute im Allgemeinen quantitativ geringer ausfielen, als die der ungebleichten Netzhäute. Ein weiterer Unterschied zeigte sich, wenn die Dunkel- und Hellfrösche wenigstens eine Stunde auf Eis gelegen hatten; auch die letzteren wurden während dieser Zeit im Dunkeln gehalten, um den etwaigen Einfluss der Ermüdung auszuschliessen, während die Regeneration des Sehpurpurs durch die Kälte verhindert war. In diesem Falle trat auch ein qualitativer Unterschied zwischen den beiden Netzhäuten auf, nämlich die Doppelschwankung der gebleichten Netzhaut verwandelte sich in einfache negative Schwankung, während die Doppelschwankung der ungebleichten Netzhaut unverändert geblieben war. Es ist demnach auf doppelte Weise ein Unterschied zwischen der purpurhaltigen und purpurlosen Netzhaut nachgewiesen.

Zum Schlusse zeigen Kühne und Steiner noch, dass bei Belichtung der hintern Netzhautfläche, die im lebenden Auge dem Lichte stets abgewandt ist, dieselben Stromschwankungen zur Beobachtung kommen, wie bei Belichtung der Vorderfläche.

J. Steiner (Heidelberg).

Th. W. Engelmann (Utrecht), **Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und tierischer Organismen.**

Pflüger's Archiv XXV, 285 (1881).

Das große Sauerstoffbedürfniss der Fäulnissbakterien ist seit langer Zeit bekannt. Beobachtet man nun unter dem Mikroskope einen

Wassertropfen, in welchem sich chlorophyllführende Pflanzenzellen (Euglena, Fadenalgen) und zu gleicher Zeit Bakterien befinden, so sieht man, wie sich sehr bald lebhaft schwärmende Bakterien um die grünen Pflanzenzellen ansammeln. Diese Bewegungserscheinungen nehmen nach und nach im ganzen Tropfen an Intensität ab, um die grünen Zellenkerne aber dauern sie am längsten fort.

Wird jetzt das Gesichtsfeld plötzlich so weit verdunkelt, dass man die Bakterien eben noch deutlich sehen kann, so erlöschen die Eigenbewegungen der Mikroorganismen, um von neuem zu beginnen, wenn man wieder Licht einfallen lässt. Stets sind die Bewegungen in der Nähe der grünen Zellen am intensivsten.

Aus diesen und ähnlichen Versuchen schließt Engelmann, dass die grünen Pflanzenzellen Sauerstoff ausgeben und hierdurch die Bakterien anziehen. Er benutzt also als Reagens auf Sauerstoff den lebenden Organismus und führt zugleich durch diesen dem Chlorophyll die Kohlensäure zu, aus welcher es den Sauerstoff abspaltet.

Aus den zahlreichen übrigen Beobachtungen will ich folgendes hervorheben.

Die Sauerstoffabgabe ist nicht an die grüne Pflanze allein gebunden, sondern auch Diatomeen mit braungrünem, Flagellaten und Oscillarien mit olivengrünem oder spangrünem Zellpigment scheiden im Lichte Sauerstoff aus. Die gleiche Funktion hat das Chlorophyll der Tiere (*Paramaecium bursaria*, *Hydra viridis*). Chlorophyllfreie, aber etiolinhaltige Zellen von *Nasturtium* scheiden am Lichte sofort Sauerstoff ab, ohne dass ein Verschwinden des Etiolins resp. Uebergang in Chlorophyll bemerkbar wurde. Zellen mit farblosem Protoplasma (Amoeben, Wurzelhaare von Hydrocharis), alle bisher untersuchten tierischen Zellen, ferner Zellen mit gefärbtem Zellsaft, aber chlorophyllfreiem Protoplasma (viele Blumenblätter, Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica*) scheiden im Lichte keinen Sauerstoff aus.

Ich werde auf diesen Gegenstand später noch zurückkommen, sobald die in Aussicht gestellte ausführliche Abhandlung des Verf. erschienen sein wird.

Th. Weyl (Erlangen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.